

土壤施硒对覆膜花生相关性状的影响

陈勇生, 何慧怡, 齐永文*, 劳方业

(广东省科学院生物工程研究所, 广东 广州 510316)

摘 要: 在覆膜条件下, 研究土施硒肥对不同花生品种开花期和结荚期生理特性、农艺及产量性状的影响。结果表明, 土施硒肥对 3 个花生品种结荚期的生理特性(黑玉珍的叶片 POD 活性除外)和农艺性状影响不大, 而开花期的生理特性和百果重、饱果率、单株果数和单株生产力等产量性状较对照都显著提高, 但不同花生品种间存在差异。其中, 鲁花 4 号施硒后, 其开花期叶片叶绿素 a 含量和超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)活性都显著增加, 产量性状中单株果数和单株生产力也分别较对照显著增加 52.4% 和 90.8%, 分别达 12.8 个和 22.7 g; 花育 16 号施硒后则表现开花期叶片叶绿素 a、b、a+b 含量和 SOD、CAT 活性增加显著, 但产量性状方面增加未达到显著水平; 黑花生品种黑玉珍在施硒后表现光合特性中叶绿素 a、a+b 含量增加达显著水平, 而产量性状中的百果重、饱果率和单株生产力依次达 166.9 g、95.2% 和 20.5 g, 较对照分别显著增加 37.5%、4.73% 和 64.0%。此外, 开花期生理性状与产量性状相关分析结果进一步表明, 叶片叶绿素 a 含量、叶绿素 a/b 与单株果数、单株生产力呈较大正相关, 其中叶绿素 a/b 与单株果数相关达显著水平(0.9257), 这说明在本试验覆膜条件下, 就 3 个花生品种平均而言, 土壤施硒提高了花生植株开花期的叶片光合性能和抗氧化酶活性, 从而增加了单株果数和单株生产力, 增加了花生产量, 这为富硒花生高产高效栽培技术提供了一定的理论依据。建议在实际工作中, 可以根据不同的花生品种采取相适应的配套硒肥施用技术, 以达到最佳的节本增效目标。

关键词: 花生; 硒肥; 品种; 生理性状; 产量性状; 相关分析

花生(*Arachis hypogaea* L.)是我国重要的经济作物和油料作物, 据报道, 2000 ~ 2015 年我国花生年平均种植面积占全国油料作物种植面积的 33.1%, 总产占全国油料总产的 48.3%, 超过大豆和油菜, 成为我国第一大油料作物^[1]。广东是花生消费大省, 广东省花生年种植面积为 30 多万 hm^2 , 无论单产还是总产量都处于国内较低水平^[2-3], 但地膜覆盖栽培技术可使花生单产和总产大幅度提高^[4-5]。

另一方面, 自 1973 年世界卫生组织宣布硒是人体必需的 14 种微量元素之一以来, 国内外相关科研机构已对其进行了大量研究, 包括硒的测定与分析^[6-9]、硒对作物的生长影响^[10-15]等。其中,

硒肥对花生生长影响的研究^[11-15]已经较多。张小红等^[14]研究表明, 喷施液体硒肥对黑花生的生物学性状影响不大, 但可提高黑花生产量和品质; 朱薇等^[11]研究了土壤施硒对 3 个花生品种营养生长、生理特性及品质的影响。

然而, 上述试验中花生大多没有结合地膜覆盖技术, 关于覆膜条件下硒肥对花生生长影响的研究鲜有报道。本试验即结合广东省花生地膜覆盖栽培生产实际情况, 研究了盖膜条件下, 土施“保水剂-硒肥”对 3 个花生品种不同时期生理特性、农艺及产量性状的影响, 目的在于为富硒花生高效种植技术提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试外源硒肥为亚硒酸钠, 供试花生材料为鲁花 4 号、花育 16 号和黑玉珍。

1.2 试验设计

试验于 2019 年 4 ~ 8 月在广东省科学院生物工程研究所广州本部试验地进行。设置硒肥处理和

收稿日期: 2019-12-30; 录用日期: 2020-02-29

基金项目: 国家现代农业产业技术体系(CAR201707); 广东省科学院建设国内一流研究机构行动专项资金(2019GDASYL-0104013); 广东省农业科技特派员项目。

作者简介: 陈勇生(1980-), 男, 河南信阳人, 高级农艺师, 硕士, 研究方向为生物育种。E-mail: yongshengchen100@126.com。

通讯作者: 齐永文, E-mail: yongwen2001@163.com。

品种 2 个因素, 其中硒肥处理为 2 个水平, 分别为: A1 (不施硒肥, CK) 和 A2 (施用硒肥: 基施硒约 $3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$); 品种 3 个, 分别以 B1、B2 和 B3 表示花生品种鲁花 4 号、花育 16 号和黑玉珍; 试验重复 3 次, 共 18 个小区。

试验花生种植于深 30 cm、长 150 cm、宽 100 cm 的水泥砖槽内, 土壤为种植甘蔗保育资源材料后的壤土, 混匀后每个水泥砖槽装土至深约 25 cm 处, 然后施硒处理的水泥砖槽再加入 4 L 已充分溶解的亚硒酸钠保水剂液 (内含亚硒酸钠 2.00 g、直径 1 ~ 2 cm 的保水剂颗粒 30.0 g), 并再次混匀保水剂液; 不施硒处理的水泥砖槽同时加入 4 L 不含亚硒酸钠的同量保水剂液做为对照。

试验花生穴播, 种植方式为起垄地膜覆盖栽培, 每个水泥砖槽单垄 2 行, 行距为 33 cm, 穴距 15 cm, 每穴 2 粒, 每个硒肥处理的每个品种为 1 个小区, 每个小区 6 穴, 每个水泥砖槽 3 个小区, 种植同一硒肥处理的 3 个不同品种。垄面 67 cm, 人工覆膜, 然后在膜上均匀撒一层土, 土层厚 1 ~ 2 cm, 4 月 2 日打孔播种, 按设定行、穴距精播健壮种子, 同时播种预备苗, 以便缺穴的地方及时移栽预备苗, 保证所有小区皆达到预定留苗密度。其他栽培管理同一般大田, 且每个水泥砖槽管理条件一致, 8 月 11 日收获时取样考种并测产。

1.3 测定项目与方法

分别在开花期 (5 月 9 日) 和结荚期 (6 月 17 日), 每个小区选取花生倒第 3 复叶约 6 片, 立即测定叶片叶绿素含量, 以及超氧化物歧化酶 (SOD)、过氧化物酶 (POD) 和过氧化氢酶 (CAT) 活性。叶

绿素含量采用 95% 乙醇避光萃取法测定^[16]; 参照王爱国等^[17]方法测定 SOD 活性, 利用 SOD 抑制氮蓝四唑 (NBT) 在荧光下的还原作用, 以抑制 NBT 还原 50% 为一个酶活性单位 (Unit); 采用愈创木酚法^[18]测定 POD 活性, 以每分钟 A_{470} 变化 0.01 为一个过氧化物酶活性单位 (Unit); 参照曾韶西等^[19]方法测定 CAT 活性, 以每分钟 A_{240} 减少 0.01 为一个酶活性单位 (Unit)。

花生收获时, 调查生育性状指标 (主茎高、分枝数、侧枝长)、产量性状指标 (百仁重、百果重、饱果率、单株果数和单株生产力), 其中, 主茎高是从主茎上第 1 对侧枝分生处到主茎顶端展开叶的叶节 (叶枕处) 长度。侧枝长是第 1 对侧枝中最大的 1 个侧枝长度, 即由主茎与第 1 对侧枝连接处到侧枝顶端展开叶的叶节长度。

1.4 数据处理

采用成组数据的平均数比较分析方法^[20], 即同一品种同一生育期的施硒处理与不施硒处理之间相关性状的差异显著性采用 *t* 测验 (一尾测验), 平均数后列出标准误。

2 结果与分析

2.1 硒对生理性状的影响

2.1.1 硒对叶片光合特性的影响

从表 1 可以看出, 3 个花生品种施硒处理后的叶片叶绿素 a、b、a+b 含量都高于对照。其中, 在开花期, 施硒处理后 B1 品种的叶绿素 a, B2 品种的叶绿素 a、b 和 a+b 含量, 以及 B3 品种的叶绿素 a 和 a+b 含量, 与对照差异显著; 而在结荚期, 3 个花生品种

表 1 施硒对不同花生品种叶片叶绿素含量的影响

品种	时期	处理	叶绿素 a ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)	叶绿素 b ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)	叶绿素 a/b	叶绿素 a+b ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)
B1	开花期	A1	$1.27 \pm 0.076\text{b}$	$0.54 \pm 0.032\text{a}$	$2.36 \pm 0.046\text{a}$	$1.82 \pm 0.107\text{a}$
		A2	$1.47 \pm 0.052\text{a}$	$0.59 \pm 0.033\text{a}$	$2.52 \pm 0.099\text{a}$	$2.05 \pm 0.078\text{a}$
	结荚期	A1	$1.01 \pm 0.127\text{a}$	$0.40 \pm 0.073\text{a}$	$3.07 \pm 0.186\text{a}$	$1.60 \pm 0.200\text{a}$
		A2	$1.16 \pm 0.070\text{a}$	$0.46 \pm 0.038\text{a}$	$2.89 \pm 0.085\text{a}$	$1.76 \pm 0.107\text{a}$
B2	开花期	A1	$1.38 \pm 0.033\text{b}$	$0.58 \pm 0.046\text{b}$	$2.42 \pm 0.168\text{a}$	$1.95 \pm 0.062\text{b}$
		A2	$1.62 \pm 0.040\text{a}$	$0.68 \pm 0.019\text{a}$	$2.40 \pm 0.075\text{a}$	$2.29 \pm 0.049\text{a}$
	结荚期	A1	$1.27 \pm 0.071\text{a}$	$0.43 \pm 0.033\text{a}$	$2.99 \pm 0.070\text{a}$	$1.69 \pm 0.104\text{a}$
		A2	$1.40 \pm 0.006\text{a}$	$0.49 \pm 0.009\text{a}$	$2.87 \pm 0.042\text{a}$	$1.90 \pm 0.015\text{a}$
B3	开花期	A1	$1.31 \pm 0.028\text{b}$	$0.54 \pm 0.014\text{a}$	$2.45 \pm 0.105\text{a}$	$1.85 \pm 0.020\text{b}$
		A2	$1.51 \pm 0.057\text{a}$	$0.60 \pm 0.032\text{a}$	$2.52 \pm 0.156\text{a}$	$2.11 \pm 0.067\text{a}$
	结荚期	A1	$1.43 \pm 0.038\text{a}$	$0.49 \pm 0.027\text{a}$	$2.91 \pm 0.076\text{a}$	$1.92 \pm 0.064\text{a}$
		A2	$1.42 \pm 0.072\text{a}$	$0.52 \pm 0.048\text{a}$	$2.78 \pm 0.124\text{a}$	$1.94 \pm 0.119\text{a}$

注: 同一性状值后不同小写字母分别表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

施硒处理后的叶片叶绿素含量与对照差异不大。

2.1.2 硒对叶片抗氧化酶活性的影响

从图 1 和图 2 可以看出, 施硒处理后 B1 和 B2 品种在开花期的叶片 SOD 和 CAT 活性都显著高于对照, 但结荚期施硒处理与对照差异不大; 而 B3 品种施硒处理后在开花期和结荚期的叶片 SOD、CAT 活性均与对照差异不大。

从图 3 可以看出, B1 和 B2 品种在开花期和结荚期都表现施硒处理与不施硒无显著差异; B3 品种施硒处理的叶片 POD 活性在开花期与对照相当, 而结荚期与对照差异显著。另一方面, 除 B3 品种对照处理外, 其余品种各处理结荚期的叶片 POD 活性均较对应开花期有所上升。

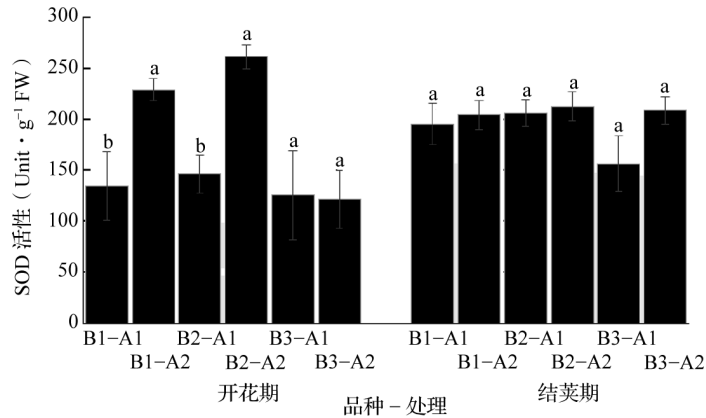


图 1 施硒对不同花生品种叶片 SOD 活性的影响

注: 不同小写字母表示同一品种不同施硒处理之间性状值差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

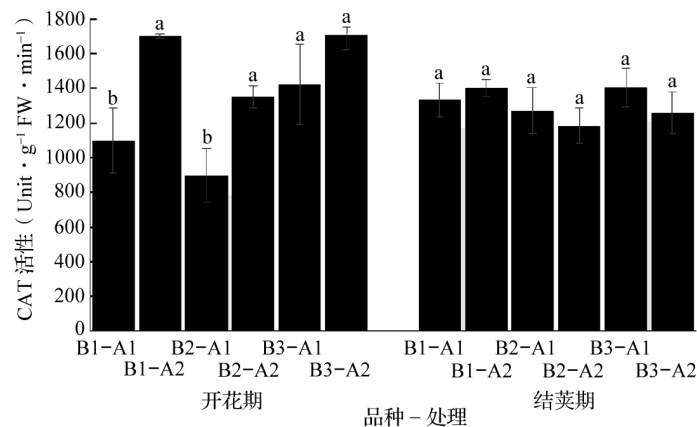


图 2 施硒对不同花生品种叶片 CAT 活性的影响

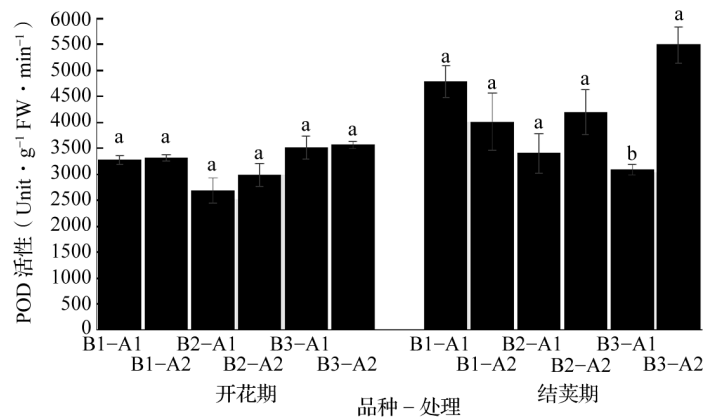


图 3 施硒对不同花生品种叶片 POD 活性的影响

2.2 硒对农艺及产量性状的影响

数显著增加, 其余品种和性状方面, 施硒处理与不施硒之间均无显著差异 (表 2)。

2.2.1 硒对农艺性状的影响

本次试验施硒处理后, 仅 B1 品种的二次分枝

表 2 施硒对不同花生品种农艺性状的影响

品种	处理	主茎高 (cm)	一次分枝数 (个)	二次分枝数 (个)	侧枝长 (cm)
B1	A1	56.8 ± 1.96a	5.3 ± 0.236a	2.8 ± 0.144b	64.7 ± 3.502a
	A2	58.7 ± 2.57a	4.7 ± 0.219a	3.5 ± 0.300a	65.3 ± 1.485a
B2	A1	58.4 ± 1.87a	5.1 ± 0.125a	3.5 ± 0.116a	63.7 ± 1.572a
	A2	63.0 ± 2.46a	4.9 ± 0.086a	3.3 ± 0.108a	69.8 ± 3.459a
B3	A1	58.7 ± 3.85a	5.9 ± 0.258a	5.0 ± 0.452a	65.7 ± 2.965a
	A2	53.4 ± 1.54a	6.0 ± 0.432a	5.5 ± 0.640a	60.5 ± 2.051a

2.2.2 硒对产量性状的影响

表 3 是施硒处理后不同花生品种产量性状变化结果。从表 3 可以看出, 施硒后 B1 品种的单株果数和单株生产力分别达 12.8 个和 22.7 g, 依次较对照显著增加 52.4% 和 90.8%; 而 B3 品种的百果重、饱

果率和单株生产力依次达 166.9 g、95.2% 和 20.5 g, 较对照分别显著增加 37.5%、4.73% 和 64.0%; 但 B2 品种在百仁重、百果重、饱果率、单株果数和单株生产力这 5 个性状上虽都有所增加, 但增幅未达到显著水平。

表 3 施硒对不同花生品种产量性状的影响

品种	处理	百仁重 (g)	百果重 (g)	饱果率 (%)	单株果数 (个)	单株生产力 (g)
B1	A1	85.5 ± 3.69a	165.1 ± 9.85a	66.6 ± 5.27a	8.4 ± 0.469b	11.9 ± 0.809b
	A2	99.7 ± 10.04a	166.9 ± 6.07a	73.2 ± 3.32a	12.8 ± 1.354a	22.7 ± 3.201a
B2	A1	89.2 ± 3.68a	167.3 ± 10.88a	67.8 ± 2.53a	10.7 ± 1.160a	17.0 ± 3.836a
	A2	93.4 ± 2.15a	181.7 ± 2.46a	75.4 ± 3.42a	10.9 ± 0.475a	19.2 ± 1.226a
B3	A1	70.2 ± 2.42a	121.4 ± 8.22b	90.9 ± 1.35b	10.4 ± 0.410a	12.5 ± 1.740b
	A2	77.4 ± 2.87a	166.9 ± 6.16a	95.2 ± 1.07a	12.5 ± 2.038a	20.5 ± 3.603a

2.3 性状相关分析

对试验花生开花期 6 个生理性状叶片叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a/b、叶绿素 a+b、SOD 和 CAT 活性, 以及收获时 5 个产量性状百仁重、百果重、饱果率、单株果数和单株生产力分别依次记为 P1、P2、P3、P4、P5、P6 和 Y1、Y2、Y3、Y4、Y5, 进行简单相关分析, 结果见表 4。

从表 4 可以看出, 4 个光合性状中, 叶片叶绿素 a、叶绿素 b 与叶绿素 a+b 两两之间的相关性均达到 0.05 显著水平, 而叶片抗氧化酶活性与光合性状之间, SOD 活性与叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a+b 之间的相关系数较大, 依次为 0.7109、0.7524 和 0.7288, 而 CAT 活性则与叶绿素 a/b 之间的相关系数较大, 达 0.8046; 另外, 本次试验中, SOD 活性与 CAT 活性相关系

数较小, 为 0.2049, 这可能与数据未进行标准化有关 (此处仅对原始测量数据进行分析)。上述试验结果亦表明, 施硒处理后 3 个品种在开花期的叶片 SOD 和 CAT 活性反应表现一致, 即 B1 和 B2 品种都显著增加, 而 B3 品种则与对照差异不大。

产量性状方面, 百仁重、百果重、饱果率、单株果数和单株生产力 5 个性状两两之间, 除百仁重、百果重均与饱果率达负相关 (分别为 -0.7162、-0.4853) 外, 其余均为正相关, 其中单株果数与单株生产力相关达显著水平 (0.9000)。此外, 生理性状与产量性状之间, 叶绿素 a、叶绿素 a/b 与单株果数、单株生产力相关系数均较大, 其中叶绿素 a/b 与单株果数达显著水平 (0.9257)。

表4 生理性状与产量性状的相关分析

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Y1	Y2	Y3	Y4
P2	0.9575*									
P3	0.3491	0.0700								
P4	0.9967*	0.9778*	0.2732							
P5	0.7109	0.7524	-0.0173	0.7288						
P6	0.4628	0.2159	0.8046	0.3970	0.2049					
Y1	0.4350	0.4755	-0.0264	0.4502	0.7902	-0.0381				
Y2	0.6261	0.7006	-0.0935	0.6526	0.5555	-0.0774	0.7487			
Y3	0.1876	0.0048	0.6010	0.1375	-0.3566	0.6592	-0.7162	-0.4853		
Y4	0.6358	0.4034	0.9257*	0.5756	0.3162	0.7503	0.2512	0.1776	0.4360	
Y5	0.7966	0.6397	0.7075	0.7591	0.5735	0.5942	0.5922	0.5757	0.0998	0.9000*

注: * 表示 $P < 0.05$ 。

以上生理性状和产量性状的相关分析结果初步表明, 在本试验覆膜条件下, 就3个花生品种平均而言, 土壤施硒提高了花生植株开花期的叶片光合性能和抗氧化酶活性, 从而增加了单株果数和单株生产力, 增加了花生产量, 这为富硒花生高产高效栽培技术提供了一定的理论依据。

3 结论与讨论

不覆膜条件下土壤施硒对花生生长影响的研究已经较多。潘晓红等^[12]研究了土壤施硒对黑花生株高和产量的影响, 结果发现, 当硒肥施入量从0到8 mg · kg⁻¹时, 施硒处理的黑花生株高均与对照差异不大, 而产量则随着土壤施硒量的增加表现为先增加后减少, 施入量为2 mg · kg⁻¹时表现增产, 但与对照差异未达显著水平; 李华为等^[21]研究发现, 当土壤施硒浓度达10 mg · L⁻¹时, 施硒处理的花生株高仍与对照无显著差异, 而其它相关农艺、生理及产量性状所受影响则未做研究; 朱薇等^[11]研究了土壤施硒对花育25、山花7号和山花8号3个花生品种营养生长、生理特性的影响, 结果表明, 土壤基施硒肥3 mg · kg⁻¹时, 3个花生品种在开花下针期的主茎高、分枝数、叶绿素a、叶绿素b、叶绿素a+b都高于对照, 但不同花生品种增幅不同。然而, 有关覆膜条件下土壤施硒对花生农艺、生理及产量性状影响的研究未见报道。

本试验研究在覆膜条件下土施“保水剂-硒肥”对不同花生品种农艺、生理及产量性状的影响, 结果发现主茎高、分枝数、侧枝长等农艺性状

比对照增加, 但大多数未达到显著水平, 这与上述的研究结果一致^[11-12, 21]; 生理性状和产量性状方面, 土施“保水剂-硒肥”可显著提高覆膜花生开花期叶片叶绿素a、b含量和SOD、CAT活性, 以及百果重、饱果率、单株果数和单株生产力, 而其它生理、产量性状则未达显著水平, 但不同花生品种间略有差异。

其中, 鲁花4号和花育16号均为普通型直立大花生^[22-23], 种皮粉红色。前者土施“保水剂-硒肥”后, 开花期叶片叶绿素a含量和SOD、CAT活性都显著增加, 产量性状中单株果数和单株生产力亦较对照显著增加52.4%和90.8%, 分别达12.8个和22.7g; 后者则表现开花期叶片叶绿素a、b、a+b含量和SOD、CAT活性等生理性状增加显著, 但产量性状方面增加未达到显著水平。黑玉珍为黑花生, 施用“保水剂-硒肥”后, 它表现光合特性中叶绿素a、a+b含量增加达显著水平, 而产量性状中的百果重、饱果率和单株生产力依次达166.9g、95.2%和20.5g, 较对照分别显著增加37.5%、4.73%和64.0%。此外, 除黑玉珍的叶片POD活性在结荚期与对照差异显著外, 土施硒肥对3个花生品种结荚期的其它生理特性都影响不大。

朱薇等^[24]研究表明, 在同等施硒条件下, 花生的产量指标表现出一定的品种间差异, 本试验结果与上述结论一致。因此, 在实际工作中, 可以根据不同的花生品种采取相适应的硒肥施用技术, 以达到最佳的节本增效目标。

另外, 生理性状与产量性状相关分析结果表

明,百仁重、百果重与饱果率均呈较大负相关(分别为-0.7162、-0.4853),而开花期叶片叶绿素a含量、叶绿素a/b与单株果数、单株生产力呈正相关,其中叶绿素a/b与单株果数达显著水平(0.9257)。这说明在本试验覆膜条件下,就3个花生品种平均而言,土壤施硒提高了花生植株开花期的叶片光合性能和抗氧化酶活性,从而增加了单株果数和单株生产力,增加了花生产量,这为富硒花生高产高效栽培技术提供了一定的理论依据。当然,施用硒肥来提高花生产量的生理生化机制仍值得进一步深入研究。

最后,高吸水性树脂(SAP)是一种具有超强吸水性和保水能力的新型分子材料,已受到广泛关注和应用^[25-26]。已有研究表明,应用SAP可使土壤具有水肥保持等效应^[27],但也有研究认为保水剂保水性强不易失水,容易发霉变质^[28-29]。本试验应用“保水剂-硒肥”的节水保肥效应、对土壤理化性状的影响以及对作物生长的作用等都值得继续深入研究。

参考文献:

- [1] 董文召,张新友,韩锁义,等. 中国与美国花生生产成本及收益比较分析[J]. 农业科技管理, 2017, 36(5): 56-60.
- [2] 国家统计局农村社会经济调查总队. 中国农村统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2002. 142.
- [3] 张智猛,胡义广,许婷婷,等. 中国花生生产的发展与优势分析[J]. 花生学报, 2005, 34(3): 6-10.
- [4] 中国地膜覆盖栽培研究会. 地膜覆盖栽培技术大全[M]. 北京: 农业出版社, 1988. 282-326.
- [5] 陈明周,黄瑶珠,杨友军,等. 花生除草地膜对田间杂草防除及花生产量的影响研究[J]. 广东农业科学, 2008(6): 35-38.
- [6] 刘兴艳,马建华,朱静平,等. 食品中硒的分析进展[J]. 微量元素与健康研究, 2005, 22(1): 26-28.
- [7] 张坤,彭科怀,杨长晓. 原子荧光法测定食品中的硒[J]. 中国卫生检验杂志, 2010, 20(8): 1915-1917.
- [8] 杨玉玲,刘元英. 食品中硒的测定和形态分析进展[J]. 中国调味品, 2013, 38(6): 1-5.
- [9] 王锋,李玉环,刘群. 萃取火焰原子吸收法测定高粱种皮中的硒[J]. 光谱学与光谱分析, 2002, 22(3): 485.
- [10] 李阳,王利华,王丽丽,等. 镉、硒处理对碎米苣生长和生理特性的影响研究[J]. 土壤通报, 2017, 48(6): 1436-1441.
- [11] 朱薇,杨守祥. 施硒对3个花生品种营养生长、生理特性及品质的影响[J]. 山东农业科学, 2015, 47(1): 72-75.
- [12] 潘晓红,郑甲成,史文卫,等. 不同硒肥施入量对黑花生的产量和硒含量的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2011, 46(5): 56-58.
- [13] 张文博,张建华. 富硒液体肥对花生产量及品质的影响[J]. 河北农业科学, 2007, 11(6): 42-43.
- [14] 张小红,张小军,侯睿,等. 硒肥对黑花生生长发育和品质的影响[J]. 花生学报, 2015, 44(3): 47-50.
- [15] 钟莉倩,刘云,刘义明. 硒肥施用时期对花生硒含量及产量的影响[J]. 花生学报, 2016, 45(1): 64-66.
- [16] Arnon D I. Copper enzymes in isolated chloroplast, poly-phenol oxidase in *Beta vulgaris* [J]. Plant Physiology, 1949, 24(1): 1-15.
- [17] 王爱国,罗广华,邵从本,等. 大豆种子超氧化物歧化酶的研究[J]. 植物生理学报, 1983, 9(1): 77-84.
- [18] 张志良,翟伟箴. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004. 123-124.
- [19] 曾韶西,王以柔,刘鸿先. 低温光照下与黄瓜子叶叶绿素降低有关的酶促反应[J]. 植物生理学报, 1991, 17(2): 177-182.
- [20] 唐启义. DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析及数据挖掘(第2版)[M]. 北京: 科学出版社, 2010. 51-74.
- [21] 李华为,吴钰滢,铁梅. 施硒对花生含硒量和生长性状的影响[J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版), 2018, 36(2): 180-184.
- [22] 山东省花生研究所. 花生良种——鲁花4号[J]. 种子通讯, 1986(1): 37.
- [23] 李正超,邱庆树,吴兰荣,等. 辐射与杂交相结合选育大花生新品种花育16号的研究[J]. 核农学报, 2001, 15(6): 368-370.
- [24] 朱薇,刘庆,杨守祥. 不同花生品种富硒能力[J]. 中国油料作物学报, 2016, 38(2): 260-266.
- [25] 黄占斌,孙朋成,钟建,等. 高分子保水剂在土壤水肥保持和污染治理中的应用进展[J]. 农业工程学报, 2016, 32(1): 125-131.
- [26] 刘丽珠,卢信,范如芹,等. 保水剂垫料栽培基质对番茄生理指标及产量的影响[J]. 南方农业学报, 2017, 48(7): 1242-1248.
- [27] 李晶晶,白岗栓. 保水剂在水土保持中的应用及研究进展[J]. 中国水土保持科学, 2012, 10(1): 114-120.
- [28] 徐磊,唐玉邦,虞利俊,等. 高吸水树脂的性能及农业应用展望[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(4): 16-17.
- [29] 范如芹,罗佳,刘海琴,等. 淀粉基高吸水性树脂对基质理化性质及小青菜生长的影响[J]. 南京农业大学学报, 2015, 38(4): 617-623.

Effects of selenium fertilizer applied in soil on related characteristics of peanut with plastic film

CHEN Yong-sheng, HE Hui-yi, QI Yong-wen*, LAO Fang-ye (Institute of Bioengineering, Guangdong Academy of Sciences, Guangzhou Guangdong 510316)

Abstract: The influences of selenium fertilizer applied in soil on the physiological characteristics during flowering and pod setting stages and the agronomic and yield characteristics for peanut of different varieties with plastic film were studied. The results indicated that selenium fertilizer applied in soil had little effect on both the physiological characteristics during the pod setting stage and the agronomic ones of the 3 peanut varieties, while both the physiological characteristics during flowering stage and the yield ones such as the 100-pod weight, the plump pod rate, the number and productivity per plant of the 3 varieties with selenium fertilizer applied in soil were significantly higher than those of CK, but there was difference of the values on these characteristics among the different peanut varieties. The content of chlorophyll a and the SOD, CAT activities in leaves of Luhua 4 with selenium fertilizer applied in soil were all significantly higher than those of CK during flowering stage, and its number and productivity per plant were respectively 52.4% and 90.8% higher than those of CK (respectively 12.8 and 22.7 g). The content of chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll a and b, and the SOD, CAT activities in leaves of Huayu 16 with selenium fertilizer applied in soil were all significantly higher than those of CK during flowering stage, too, and its values on the yield characteristics were slightly higher than those of CK. And both the content of chlorophyll a and chlorophyll a and b in leaves of the black peanut variety Heiyuzhen with selenium fertilizer applied in soil were significantly higher than those of CK during flowering stage, and its 100-pod weight, plump pod rate, and productivity per plant were respectively 166.9 g, 95.2% and 20.5 g, which were respectively 37.5%, 4.73% and 64.0% higher than those of CK. The results of the correlation coefficient analyzed among the physiological characteristics during flowering stage and the yield ones furtherly showed that the content of chlorophyll a and the ratio of chlorophyll a to b in leaves showed much positively correlated with the number and productivity per plant, and what's more, the coefficient between the ratio of chlorophyll a to b and the number per plant was at a significant level (0.9257). These indicated that the average values of both the photosynthetic characteristics and the antioxidative enzymes' activities during flowering stage of the 3 peanut varieties with plastic film were improved by applying selenium fertilizer in soil, and so the average values of their number and productivity per plant and yield were increased, which provided some theoretical basis for high yield and high efficiency cultivation techniques of peanut enriched with selenium. It is suggested that suitable matching application technologies of selenium fertilizer should be adopted according to different peanut varieties in order to have the best effect on decreasing cost and increasing benefit in practice.

Key words: peanut; selenium fertilizer; variety; physiological characteristic; yield characteristic; correlation analysis